

ANALISIS SEBARAN SERABUT VASKULAR DAN SIFAT FISIS BATANG KELAPA SAWIT VARIETAS DxP PADA BERBAGAI ZONA DAN KETINGGIAN BATANG

DISTRIBUTION OF VASCULAR BUNDLES AND PHYSICAL PROPERTIES ANALYSIS OF VARIETY DxP OIL PALM TRUNK BASED ON VARIOUS ZONES AND TRUNK HEIGHTS

Ayu Wulandari, dan Erwinsyah

Abstrak Dalam upaya mendapatkan kerapatan papan yang seragam dari batang sawit, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sebaran serabut vaskular dan sifat fisis batang sawit (kadar air, kerapatan dan berat jenis) pada berbagai zona dan ketinggian batang. Batang sawit yang digunakan berumur 29 tahun (Tahun Tanam 1991) diperoleh dari Kebun Percobaan Aek Pancur, Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Sampel batang sawit dipotong berdasarkan zona batang (*peripheral*, *central* dan *inner*) dan pada ketinggian (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 m). Parameter yang diuji adalah sebaran serabut vaskular, kadar air, kerapatan dan berat jenis. Hasil penelitian menunjukkan jumlah serabut vaskular tertinggi terdapat pada zona *peripheral* (73,66 vb/cm²). Hasil ini juga sesuai dengan nilai kerapatan dan berat jenis batang tertinggi terdapat pada zona *peripheral* dengan rata-rata masing-masing sebesar 0,73 gram/cm³ dan 0,53, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada zona *inner* dengan nilai rata-rata sebesar 141% (w/w). Hasil uji statistik (ANOVA dan uji regresi (R^2)) dalam studi ini menunjukkan bahwa faktor zona batang lebih berpengaruh nyata daripada ketinggian batang terhadap seluruh parameter uji (sebaran serabut vaskular, kadar air, kerapatan dan berat jenis).

Kata kunci: batang kelapa sawit, zona batang, serabut vaskular, ketinggian, kadar air, kerapatan, berat jenis

Abstract In an attempt to obtain a homogenous board density from the palm trunk, this research was carried out to analyze the distribution of vascular bundles and the physical properties of the oil palm trunk (moisture content, density, and specific gravity) in various zones and trunk heights. Oil palm trunk samples were used from 29 years old palm (Planted on 1991) which acquired from Aek Pancur Experimental plantation, Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI). The oil palm trunk sample was cut based on the trunk zones (*peripheral*, *central*, and *inner*), and trunk heights (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 m). The observed parameters were vascular bundles, moisture content, density, and specific gravity. The results showed that the highest number of vascular bundles in the *peripheral* zone (73.66 vb/cm²). In addition that, the highest density and specific gravity also found in *peripheral* zone with an average 0,73 gram/cm³ and 0.53, whereas the highest moisture content was found in the *inner* zone with an average value 141%(w/w). Furthermore, the statistical analysis ((ANOVA and regression test (R^2)) in this study showed that the trunk zone factor was more significant than the trunk height for all observed parameters (distribution of vascular bundles, moisture content, density and specific gravity).

Keywords: oil palm trunk, trunk zone, trunk height, vascular bundles, moisture content, density, specific gravity

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Ayu Wulandari (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: ayuwulandari300993@gmail.com

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Direktorat Jendral perkebunan 2016-2018 bahwa luas perkebunan kelapa sawit 2016

mencapai 11.201.465 hektar dan estimasi 2018 mencapai 14.309.256 hektar. Saat ini, sebagian dari perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah memasuki masa *replanting* karena tanaman kelapa sawit tidak produktif apabila sudah mencapai 25 tahun. Masih merujuk data Direktorat Jendral perkebunan 2016-2018 bahwa perkebunan kelapa sawit dari 1991-2018 dengan selisih pertahun berkisar 489.214,56 hektar kebun kelapa sawit atau 3,4% dari total luasan kebun perlu di-*replanting* setiap tahun.

Ketersediaan batang sawit dalam jumlah yang besar dari hasil *replanting* ini perlu dimanfaatkan agar memberikan nilai tambah menjadi produk berbasis batang sawit dan memberi tambahan penghasilan bagi petani yang kebunnya diremajakan (*replanting*). Badan Pengelola Dana Perkebunan (BDPKS) (2017) menyatakan bahwa rencana program peremajaan³ potensi batang sawit mulai 2015 mencapai 30 juta m³ yang berasal dari 300.000 hektar lahan yang diremajakan setiap tahunnya (tahun tanam 1991–2000) dan jumlah ini terus meningkat seiring dengan peningkatan pertambahan luas areal perkebunan sawit nasional. Limbah batang kelapa sawit dapat dimanfaatkan dan menjadi lebih bernilai ekonomis sebagai penghasil kayu. Hasil riset BDPDKS TA 2015/2016 menunjukkan bahwa batang sawit yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku laminasi mencapai 52,5% dari total biomasa sawit. Berdasarkan kajian nilai batang, dengan volume rata-rata batang sawit 1,6 m³ dan melalui pendekatan kandungan hara dalam batang selama masa pertumbuhan tanaman kelapa sawit (TBM dan TM) diketahui bahwa nilai batang sawit sebesar 206.621 rupiah per batang. Bila diasumsikan terdapat 120 pohon/hektar maka potensi nilai batang sawit mencapai 24,79 juta rupiah per hektar atau secara nasional dengan tingkat peremajaan 5% per tahun. Potensi ini mencapai 7,4 triliun rupiah dan panjang kelapa sawit yang dapat dijadikan sebagai kayu sebesar 8,5 m dengan volume 1 m³ (Laporan penelitian PPKS (2018), *unpublished*).

Menurut Hidayat *et al.* (2014) bahwa tanaman kelapa sawit merupakan kelompok monokotil yang tidak memiliki lingkaran kayu (kambium) seperti tanaman dikotil lainnya. Oleh karena itu dalam pemanfaatannya diperlukan cara penggergajian kayu/batang khusus dengan memperhatikan sifat dasar kelapa sawit seperti sifat fisis. Menurut Lempang (2014) melaporkan bahwa sifat fisis kayu merupakan

faktor yang berperan dalam penentuan struktur kayu, disamping peran lingkungan dimana kayu tersebut berada (digunakan). Sifat fisis kayu seperti berat jenis biasanya berbanding lurus dengan kekuatan dari kayu, makin tinggi berat jenis suatu kayu maka makin tinggi pula kekuatannya (Marsoem *et al.*, 2014).

Menurut Moya *et al.* (2013) dan Hidayat *et al.* (2014) bahwa bagian batang yang mempunyai masa terbesar dari pohon kelapa sawit belum dimanfaatkan secara komersil. Batang sawit dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai pengganti kayu hutan, serta bahan baku furnitur dan kayu pertukangan, meskipun hanya digunakan 50% dari limbah yang ada (Ahmad *et al.*, 2010; Baskaran *et al.*, 2012; Hermawan *et al.*, 2014). Bentuk batang sawit bulat panjang tidak bercabang dan diselimuti oleh pelepah hingga umur 12 tahun (Yudistina *et al.*, 2017). Batang kelapa sawit berbentuk silinder dengan diameter 20–75 cm. Tinggi batang bertambah 25–45cm/tahun, tinggi maksimum tanaman pada areal perkebunan antara 15–18 m, sedangkan yang di alam mencapai 30 m (Alimah, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu Killmann dan Lim (1985); Erwinsyah (2008), menyatakan bahwa batang kelapa sawit memiliki sifat yang sangat beragam dari bagian luar ke pusat batang dan sedikit variasi dari bagian pangkal ke ujung batang dan telah mengkaji sifat fisis dan penyebaran serabut vaskular secara kuantitatif melalui model matematika dan analisis statistik. Jumlah serabut vaskular sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat fisis batang kelapa sawit, seperti kadar air dan kerapatan batang kelapa sawit. Menurut Darwis *et al.* (2013) dan Saari *et al.* (2014) bahwa sifat-sifat dasar dari batang kelapa sawit seperti kadar air sangat bervariasi pada berbagai posisinya dalam batang. Berdasarkan referensi-referensi diatas dan dalam upaya memaksimalkan pemanfaatan batang kelapa sawit, khususnya untuk mendapatkan papan batang sawit yang memiliki kerapatan yang homogen, maka perlu adanya kajian sebaran serabut vaskular dan sifat fisis batang kelapa sawit untuk mendisain pola penggergajian batang yang tepat.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis sebaran serabut vaskular dan sifat fisis batang sawit berdasarkan zona dan ketinggian batang.

BAHAN DAN METODE

Uji sifat fisis dan analisa sebaran serabut vaskular dilakukan pada batang kelapa sawit dengan varietas DxP yang berumur 29 tahun, dengan Tahun Tanam 1991. Tanaman diperoleh dari kebun percobaan Pusat Penelitian Kelapa Sawit Aek Pancur dan dipotong berdasarkan ketinggian batang. Kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Air dan Geoteknik dan Laboratorium Mekanisasi Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Sampel uji pada penelitian ini berupa *disc* dengan ketebalan 5 cm yang diambil pada setiap

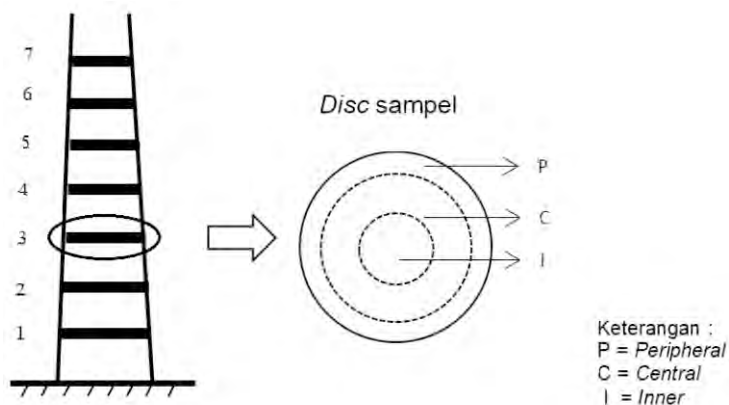
ketinggian batang dengan jarak 1 m sebanyak 7 *disc*. *Disc* sampel tersebut dikering-anginkan dalam ruangan yang dilengkapi *fan*. Kemudian setiap *disc* sampel dihitung jumlah serabut vaskularnya dari titik tengah sampai kulit batang menggunakan penggaris khusus yang memiliki lubang dengan luasan 1 cm² (Gambar 1). Sebaran serabut vaskular dihitung berdasarkan luasan kayu dengan luas sampel sebesar 10 % dari luasan setiap *disc* sampel. Selanjutnya data perhitungan sebaran jumlah serabut vaskular berdasarkan zona batang dianalisis secara statistik melalui *Analysis Of Varians* (ANOVA).



Gambar 1. Penggaris khusus
Figure 1. Specific ruler

Selanjutnya *disc* sampel dipotong berdasarkan zona batang (*peripheral*, *central* dan *inner*) dengan ukuran panjang, lebar dan tebal (5 x 5 x 5) cm sebanyak 105 sampel untuk uji sifat fisis batang sawit. Ilustrasi selengkapannya tersaji pada Gambar

2. Ukuran contoh uji tersebut diatas merujuk pada *American Standard Testing Methods* (ASTM D2016-94) dan *Deutsches Institut fur Normung* (DIN 52-183) untuk pengujian sifat fisis (ASTM standart, 1995).



Gambar 2. Pengambilan *disc* sample berdasarkan ketinggian
Figure 2. Disc samples based on heights

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sebaran Serabut Vaskular pada Berbagai Ketinggian dan Zona Batang

Menurut Killmann dan Lim (1985) bahwa tanaman monokotil seperti kayu kelapa sawit memiliki struktur

kayu yang berbeda pada umumnya tidak keras dan juga tidak lunak. Kayu sawit mengandung struktur serabut vaskular dan menyebar pada bidang melintang batang. Studi ini mengkaji sebaran serabut vaskular pada berbagai zona dan ketinggian batang melalui analisis statistik ANOVA dan uji *Tamhane*

dengan menggunakan aplikasi SPSS 20.0 untuk menentukan area pada setiap zona batang.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah serabut vaskular secara langsung dengan menggunakan penggaris khusus, data rata-rata sebaran serabut vaskular pada berbagai ketinggian dan zona batang disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan studi ini diperoleh bahwa nilai rata-rata sebaran serabut vaskular pada zona *inner*, *central* dan *peripheral* masing-masing sebesar 25,09; 38,07 dan 73,66 vb/cm². Berdasarkan hasil uji statistik beda nyata sebaran antar zona batang berbeda nyata dan diketahui bahwa jumlah serabut

vaskular dari titik tengah sampai kulit batang pada bidang melintang batang semakin meningkat. Populasi tertinggi serabut vaskular berada pada zona *peripheral*. Secara visual, warna permukaan batang sawit pada zona *peripheral* lebih gelap dibandingkan zona lainnya. Selanjutnya, merujuk hasil uji regresi pengaruh zona batang dan ketinggian terhadap jumlah serabut vaskular menunjukkan bahwa faktor zona batang lebih berpengaruh nyata terhadap jumlah serabut vaskular dibandingkan faktor ketinggian batang dengan nilai koefisien R² sebesar 0,84. Selengkapnya sebaran serabut vaskular pada berbagai ketinggian tersaji Gambar 3.

Tabel 1. Data rata-rata sebaran serabut vaskular pada berbagai zona dan ketinggian batang
Table 1. Data on the average distribution of vascular bundles in various zones and trunk heights

Trunk height (m)	Populasi serabut vaskular (vb/cm ²)			n*
	<i>Inner</i>	<i>Central</i>	<i>Peripheral</i>	
1	19,19	46,62	84,69	125
2	19,06	24,80	62,70	115
3	19,06	24,84	66,79	110
4	29,47	38,35	64,04	105
5	29,47	34,93	76,42	100
6	30,15	49,11	77,40	95
7	29,25	47,80	83,56	80
Rata-Rata	25,09	38,07	73,66	

Keterangan :

- *) n = jumlah sampel pengamatan; luas sampel = 1 cm²) perhitungan serabut vaskular menggunakan penggaris khusus dan lup

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa posisi dan jumlah serabut vaskular memiliki pengaruh yang sangat kuat, ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 0.981. Hal ini sesuai dengan Sugiarti dan Megawarni (2012) menyatakan bahwa jika nilai R² yang mendekati angka 1, maka pengaruh antar variabel akan semakin kuat. Berdasarkan analisis ini, posisi serabut vaskular diindikasikan sebagai faktor yang menentukan zona batang kelapa sawit.

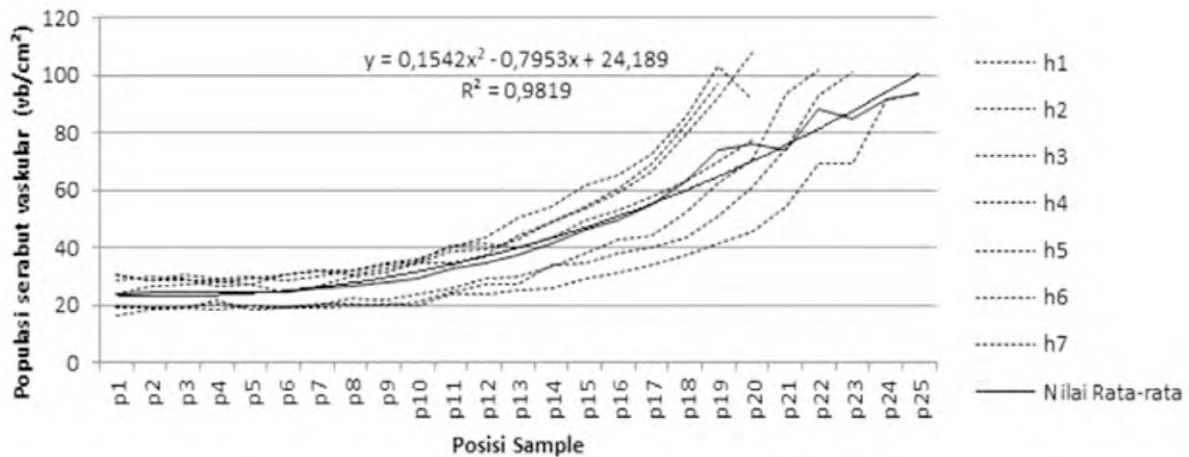
Selanjutnya untuk menentukan setiap zona batang pada arah melintang batang dilakukan dengan analisis

statistik lanjutan uji *Tamhane*. Berdasarkan uji *Tamhane* sebaran serabut vaskular dikelompokkan berdasarkan perbedaan jumlah populasi serabut vaskular mulai dari titik tengah sampai kulit batang. Perbedaan nyata jumlah populasi menunjukkan area setiap zona batang yang ditandai dengan batas antar zona batang seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini sesuai dengan pernyataan Klimman and Lim (1985) dan Erwinsyah (2008) terkait pembagian zona batang.

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa luasan zona *peripheral* sekitar 26%, *central* 46% dan *inner* 28%. Zona batang terbesar adalah zona central

atau bagian tengah batang dengan luasan hampir 2 kali lipat zona lainnya. Secara visual, zona ini memiliki warna permukaan batang lebih terang

dibandingkan dengan zona luar (*peripheral*). Populasi serabut vaskular pada zona ini mencapai 38,07 vb/cm².



Keterangan :

h = ketinggian (m)

p = posisi sampel (m²)

Gambar 3. Grafik distribusi serabut vaskular pada arah melintang batang di berbagai ketinggian

Figure 3. Graph of distribution of vascular bundles in the transverse direction of the various trunk heights

Height (m)	Posisi Sampel																								
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25
1	20,04	19,25	19,25	18,46	19,64	18,86	18,86	19,65	20,43	20,04	23,57	23,98	25,14	25,93	29,46	31,04	34,18	37,72	41,64	45,18	54,22	69,15	69,15	91,84	93,85
2	16,70	18,66	19,32	21,94	18,66	19,32	20,63	20,3	19,81	20,95	24,23	27,18	27,17	33,72	34,7	37,98	39,94	43,54	50,75	61,23	74,32	92,99	100,85		
3	18,86	19,25	19,25	20,43	19,64	18,86	20,04	22,40	22,00	23,96	25,93	29,07	30,25	33,00	38,11	42,82	44,00	52,06	62,47	70,73	93,51	101,76			
4	30,64	28,29	30,64	29,07	30,25	28,68	29,86	31,82	34,18	35,36	40,47	41,65	40,07	43,22	49,51	52,65	57,76	62,86	69,94	77,01					
5	28,68	30,25	29,47	26,32	27,50	30,64	32,21	30,65	32,61	34,57	38,5	39,68	42,83	48,72	53,44	58,94	66,79	79,37	91,94	108,05					
6	30,64	28,29	28,29	28,29	27,50	24,36	26,32	29,86	31,43	34,57	34,57	37,72	44,01	48,11	54,22	60,51	69,54	82,51	97,05						
7	23,57	26,52	27,01	27,99	28,98	30,94	31,92	31,92	34,38	36,34	39,78	43,71	50,59	54,52	61,88	64,83	72,69	85,46	103,14	91,68					
Kolom 1 ; Zona Inner								Kolom 2 ; Zona Central								Kolom 3 ; Zona Peripheral									

Gambar 4. Hasil analisis statistik lanjutan uji *Tamhane* sebaran serabut vaskular berbagai ketinggian batang dalam penentuan zona batang

Figure 4. The results for the continuous statistical analysis *Tamhane* test distribution of vascular bundles of various trunk heights in determining the zones

Analisis sifat fisis batang sawit pada berbagai ketinggian dan zona batang Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terdapat dalam kayu dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanurnya. Menurut Iswanto *et al.* (2010) bahwa air dalam kayu terdapat dalam dua bentuk yaitu air bebas yang terdapat pada rongga sel dan air terikat

yang terdapat pada dinding sel. Studi ini mengkaji kadar air pada berbagai zona dan ketinggian batang melalui analisis statistik ANOVA dan uji regresi dengan menggunakan aplikasi SPSS 20.0.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata kadar air pada berbagai zona dan ketinggian batang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Data rata-rata kadar air pada berbagai zona dan ketinggian batang
Table 2. Data on average moisture content in various zones and trunk heights

Trunk height (m)	Kadar Air (% w/w)		
	Peripheral	Central	Inner
1	50	121	164
2	53	142	160
3	35	107	133
4	29	78	125
5	31	96	139
6	22	78	117
7	30	112	151
Rata-Rata	36	105	141

Keterangan :

n = 105 sampel; replikasi = 5

Nilai rata-rata kadar air batang sawit untuk zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 36; 105 dan 141% (w/w). Kadar air batang semakin mendekati titik pusat batang memiliki kadar air yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena pada arah menuju pusat batang memiliki jumlah serabut vaskular yang semakin berkurang, begitu juga dengan kandungan jaringan parenkim yang menyelimuti setiap serabut vaskular semakin tinggi. Jaringan parenkim merupakan komponen non-struktural batang yang memiliki sifat sangat higroskopis sehingga mampu menyerap dan menyimpan air maupun uap air dengan kadar melebihi berat keringnya. Kondisi ini memungkinkan batang kelapa sawit memiliki nilai kadar air lebih dari 100% (w/w).

Selanjutnya beberapa hasil riset menyebutkan bahwa batang kelapa sawit memiliki jaringan penyalur berbentuk silinder lebar dimana serabut vaskular akan lebih banyak di bagian tepi batang (Iswanto *et al.*, 2010; Ibrahim *et al.*, 2014; Siregar, 2017). Hal ini juga

sesuai dengan Lamaming *et al.* (2015) yang menyatakan secara kimia nilai komposisi serabut batang kelapa sawit pada bagian tengah menuju pusat banyak mengandung zat ekstraktif yang tinggi dan mengandung banyak air. Menurut Bakar *et al.* (2013) dan Omar *et al.* (2011) bahwa bagian atas batang kelapa sawit membutuhkan tekanan yang relatif tinggi untuk menyerap cairan ke atas karena pengaruh gaya gravitasi.

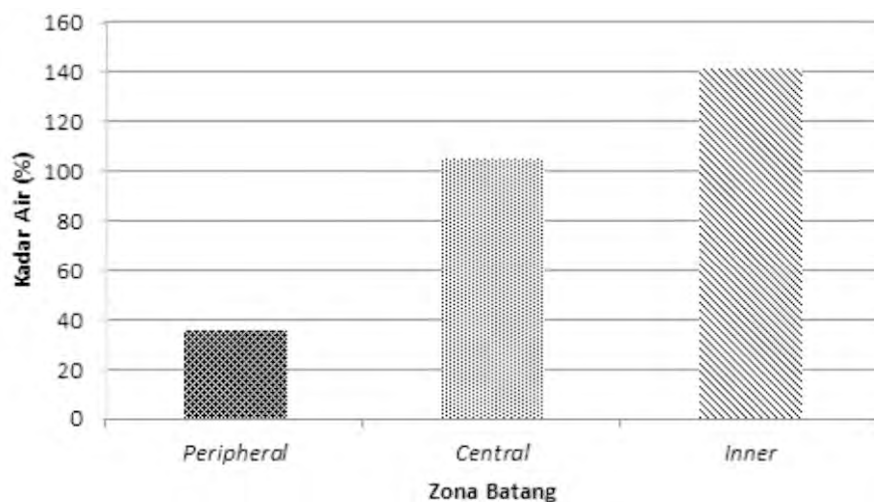
Kondisi ini sesuai dengan hasil studi pada analisis kadar air berdasarkan zona pada berbagai ketinggian batang.

Nilai rata-rata kadar air batang sawit pada berbagai zona batang (*peripheral*, *central* dan *inner*) tersaji pada Gambar 5.

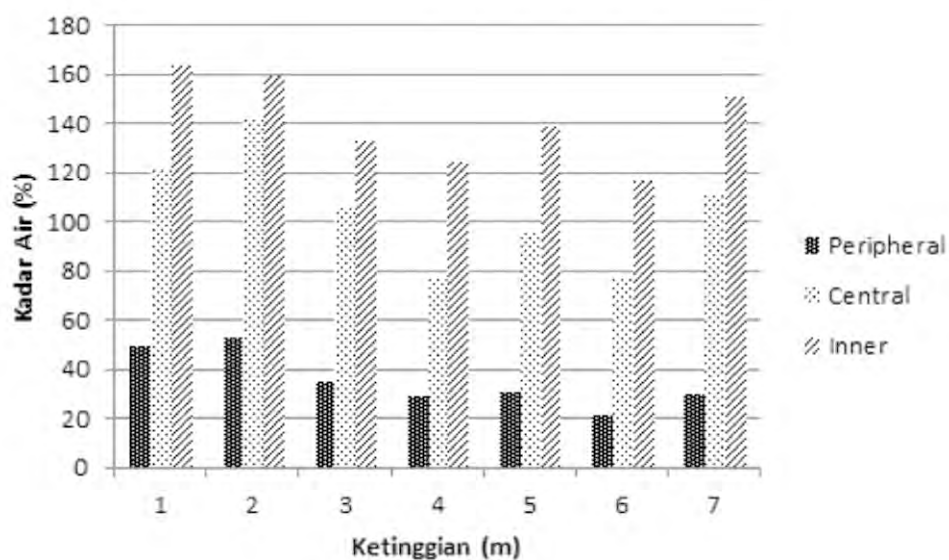
Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa pada daerah *peripheral* cenderung lebih rendah dan semakin ke arah dalam kadar air semakin tinggi. Hal ini dikarenakan sel-sel parenkim yang terdapat pada

batang kayu sawit dari bagian *peripheral* cenderung lebih rendah dibandingkan daerah lainnya untuk menyimpan air. Meskipun jumlah serabut vaskular pada bagian *peripheral* lebih banyak dengan sel parenkim lebih sedikit. Zona *peripheral* merupakan zona paling luar batang dengan serabut vaskular pada area ini sangat padat, sedangkan sel parenkim sangat sedikit. Zona *central* merupakan daerah paling lebar.

Orientasi serabut vaskular pada area ini adalah random atau acak. Zona *inner* hanya 20% dari total area dan memiliki kandungan sel parenkim yang tinggi (Erwinsyah, 2008). Hal ini sesuai Prawitwong *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa jumlah serabut vaskular yang memanjang berfungsi sebagai tempat pemasokan air dan penyalur nutrisi ke daun kelapa sawit.



Gambar 5. Grafik kadar air pada berbagai zona
Figure 5. Graph of moisture content in various zones



Gambar 6. Grafik kadar air batang sawit pada berbagai zona dan ketinggian batang
Figure 6. Graph of the moisture content of oil palm trunk in various zones and trunk heights

Hasil uji beda nyata menunjukkan bahwa nilai kadar air dari ketiga zona batang berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95% dengan nilai F-hitung sebesar 61,33. Selanjutnya, merujuk hasil uji regresi pengaruh zona batang dan ketinggian terhadap kadar air menunjukkan bahwa faktor zona batang lebih berpengaruh nyata terhadap kadar air dibanding faktor ketinggian batang dengan nilai koefisien R^2 sebesar 0,88. Selengkapanya kadar air pada berbagai ketinggian tersaji pada Gambar 6.

Kerapatan

Kerapatan merupakan jumlah massa kayu terhadap volume kayu pada kondisi tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata kerapatan pada berbagai zona dan ketinggian batang tersaji pada Tabel 3.

Nilai rata-rata kerapatan pada zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 0,73; 0,54 dan 0,48 gram/cm³. Kerapatan batang sawit pada zona *peripheral* lebih tinggi dibandingkan daerah *central* dan *inner* dan menunjukkan kerapatan batang kelapa sawit semakin mendekati titik pusat batang sawit semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Bakar *et al.*, 2006; Loh *et al.*, 2011; Endy *et al.*, 2014) bahwa secara horizontal, terdapat dua faktor penyebab perbedaan kerapatan batang kelapa sawit, secara horizontal pada bagian tepi lebih tinggi dibandingkan bagian dalam. Pertama, bagian tepi didominasi oleh serabut vaskular (51%) yang memiliki kerapatan tinggi, sedangkan bagian tengah didominasi oleh jaringan parenkim (70%) yang memiliki kerapatan rendah. Kedua, dinding sel parenkim bagian tepi lebih tebal dibandingkan bagian tengah.

Tabel 3. Data rata-rata kerapatan batang pada berbagai zona dan ketinggian batang
Table 3. Data on average density in various zones and trunk heights

Trunk height (m)	Kerapatan (gram/cm ³)		
	<i>Peripheral</i>	<i>Central</i>	<i>Inner</i>
1	0,80	0,57	0,52
2	0,72	0,60	0,54
3	0,72	0,49	0,44
4	0,69	0,52	0,44
5	0,66	0,49	0,45
6	0,68	0,45	0,42
7	0,74	0,61	0,57
Rata-Rata	0,73	0,54	0,48

Keterangan :

n = 105 sampel; replikasi = 5

Menurut Feng *et al.* (2011) dan Hoong *et al.* (2012) penyebaran distribusi serabut vaskular tidak merata disepanjang arah radial batang menyebabkan variasi dalam nilai kerapatan di berbagai bagian batang kelapa sawit dengan kisaran kepadatan 200-600 kg/m³ menjadi tantangan terbesar dalam industri berbasis kayu khususnya industri penggergajian.

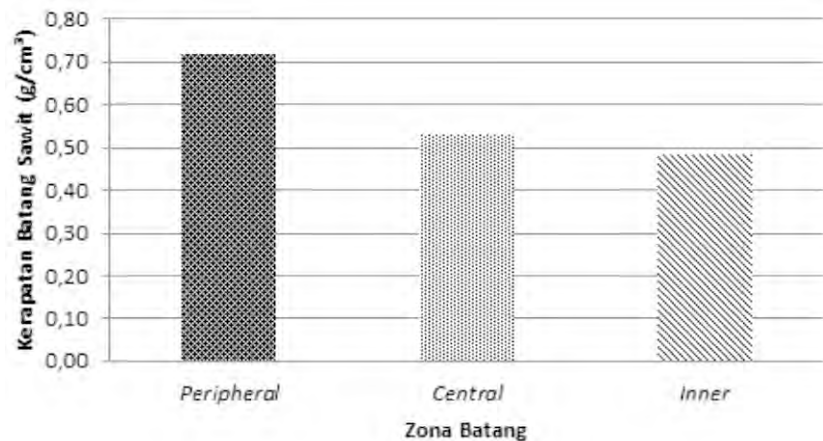
Nilai rata-rata kerapatan batang sawit pada

berbagai zona batang (*peripheral*, *central* dan *inner*) tersaji pada Gambar 7.

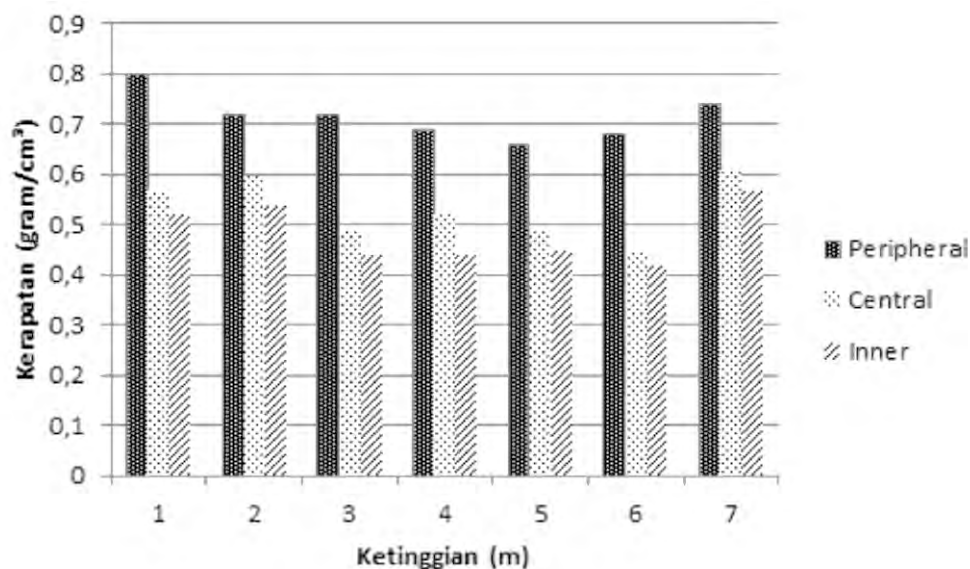
Berdasarkan Gambar 7 diketahui bahwa nilai kerapatan batang menuju titik tengah batang semakin menurun, kerapatan bagian tepi dengan kisaran nilai 0,69-0,80 gram/cm³. Menurut Yudistina *et al.* (2017) bahwa umur pohon yang lebih tua memiliki banyak porsi kayu dewasa. Umur pohon yang meningkat akan

diikuti dengan frekuensi serabut vaskular di bagian tepi juga akan semakin tinggi. Hal ini mengakibatkan terjadinya perbedaan hasil dari masing-masing ketinggian batang. Selanjutnya, menurut Ramle *et al.*, (2012) ; Choo *et al.*, (2013) ; Lamaming *et al.*, (2015) menyebutkan bahwa serabut vaskular banyak terdapat di zona luar batang dibandingkan pada bagian pusat batang, dimana serat menjadi lebih pendek dan memiliki diameter lebih kecil dengan

dinding sel yang lebih tebal. Serabut vaskular pada dinding sel di batang kelapa sawit berkontribusi memiliki selulosa yang lebih tinggi dan memberikan tingkat kekuatan yang tinggi pada batang kelapa sawit. Hal ini juga sesuai dengan (Yamada *et al.*, 2010; Murai *et al.*, 2011; Selamat *et al.*, 2019) menyatakan bahwa faktor utama yang menyebabkan warna gelap pada kulit batang kelapa sawit bagian luar dikarenakan nilai lignin dan ekstraktif yang tinggi.



Gambar 7. Grafik kerapatan pada berbagai zona
Figure 7. Graph of density in various zones



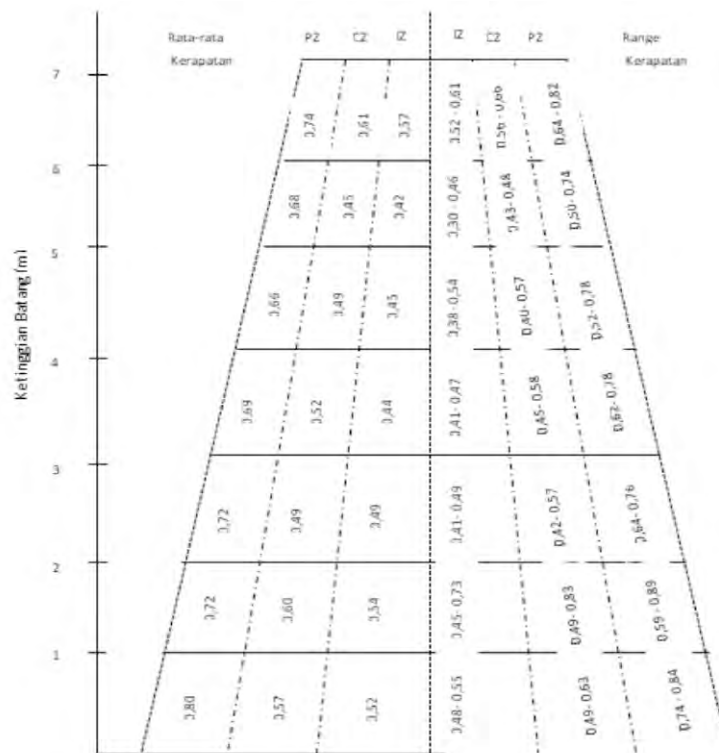
Gambar 8. Grafik nilai kerapatan batang sawit pada berbagai zona dan ketinggian batang
Figure 8. Graph of the density of oil palm trunk in various zones and trunk heights

Hasil uji beda nyata menunjukkan bahwa nilai kerapatan dari ketiga zona batang berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95% dengan nilai F-hitung sebesar 33,655. Selanjutnya, merujuk hasil uji regresi pengaruh zona batang dan ketinggian terhadap kerapatan menunjukkan bahwa faktor zona batang lebih berpengaruh nyata terhadap kerapatan dibandingkan faktor ketinggian batang dengan nilai koefisien R^2 sebesar 0,72. Selengkapanya kerapatan pada berbagai ketinggian tersaji pada gambar 8.

Berdasarkan grafik diketahui bahwa nilai kerapatan semakin menuju bagian ujung batang semakin menurun, dikarenakan jumlah serabut vaskular dari pangkal sampai ujung batang semakin berkurang.

Menurut Endy *et al.* (2014) semakin tinggi kerapatan kayu maka kandungan zat kayu atau dinding sel akan semakin tebal. Hal ini juga sesuai dengan Ridwansyah *et al.* (2017) bahwa batang kelapa sawit memiliki tingkat kekuatan yang rendah dan terdiri dari struktur-struktur serat kurang padat pada bagian atas dibandingkan bagian bawah.

Merujuk pada hasil analisis statistik, klasifikasi dan kerapatan batang kelapa sawit berdasarkan kedalaman dan ketinggian batang tersaji pada Gambar 9. Menunjukkan bahwa kerapatan berdasarkan zona batang yang semakin kedalam kerapatan semakin menurun, sedangkan berdasarkan ketinggian semakin tinggi nilai kerapatan juga mengalami penurunan tetapi tidak berbeda nyata.



Gambar 9. Pola penggergajian batang kelapa sawit
Figure 9. Oil palm trunk of sawmill pattern

Berat Jenis

Berat jenis kayu merupakan perbandingan masa kayu dengan volume kayu tertentu dengan volume air. Berat jenis kayu sebagai suatu petunjuk dalam menentukan kekuatan kayu. Semakin besar berat jenis kayu umumnya semakin

kuat kayunya dan sebaliknya makin ringan berat jenis kayu maka semakin berkurang pula kekuatannya.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata berat jenis pada berbagai zona dan ketinggian batang tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Data rata-rata berat jenis pada berbagai zona dan ketinggian batang

Table 4. Data on average specific gravity in various zones and trunk heights

Trunk height (m)	Berat Jenis		
	Peripheral	Central	Inner
1	0,53	0,25	0,19
2	0,47	0,25	0,20
3	0,53	0,24	0,18
4	0,53	0,29	0,19
5	0,51	0,24	0,18
6	0,55	0,25	0,19
7	0,57	0,29	0,22
Rata-Rata	0,53	0,26	0,19

Keterangan :

n = 105 sampel; replikasi = 5

Nilai berat jenis semakin menurun dari bagian tepi (luar) batang menuju bagian pusat (dalam) batang. Nilai rata-rata pada zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 0,53; 0,26 dan 0,19. Bagian tepi batang memiliki jumlah serabut vaskular yang lebih besar dibanding bagian tengah dan pusat (dalam). Menurut (Bakar, 2006; Iswanto, *et al.*, 2010; Mokhtar, *et al.*, 2011) bahwa dalam struktur anatomi batang kelapa sawit, bagian pusat batang didominasi oleh jaringan dasar parenkim sedangkan pada bagian tengah dan tepi batang tersusun oleh jaringan pembuluh (serabut vaskular) yang ber dinding tebal. Menurut (Khalil *et al.*, 2010; Abe *et al.*, 2011; Sulaiman *et al.*, 2012) bahwa serabut vaskular yang memiliki sifat fisik padat dan berserat. Semakin banyak jumlah serabut vaskular, maka tingkat kekuatan batang kelapa sawit semakin tinggi, serat yang terdapat pada serabut vaskular dapat dijadikan sebagai bahan efektif dalam pemanfaatan sumber biomassa.

Hasil uji beda nyata menunjukkan bahwa nilai berat jenis dari ketiga zona batang berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95% dengan nilai F-hitung sebesar 396,344. Selanjutnya, merujuk hasil uji regresi pengaruh zona batang dan ketinggian terhadap berat jenis menunjukkan bahwa faktor zona batang lebih berpengaruh nyata terhadap kerapatan dibandingkan faktor ketinggian batang dengan nilai koefisien R^2 sebesar 0,87.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa sifat fisis batang kelapa sawit berdasarkan zona batang kelapa sawit memiliki nilai yang berbeda, nilai rata-rata kadar air pada zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 36, 105 dan 141%(w/w). Selanjutnya nilai kerapatan pada zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 0,73; 0,54 dan 0,48 gram/cm³ dan nilai rata-rata berat jenis pada zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 0,53; 0,26 dan 0,19.

Berdasarkan analisa statistik nilai populasi serabut vaskular pada zona *peripheral*, *central* dan *inner* masing-masing sebesar 73,66; 38,07 dan 25,09 vb/cm². Selanjutnya uji ANOVA pengaruh kadar air, kerapatan dan berat jenis berdasarkan zona batang (*peripheral*, *central* dan *inner*) memiliki perbedaan yang nyata dan tidak berbeda nyata pada ketinggian. Pada kerapatan dan berat jenis semakin kedalam maka jumlah serabut vaskular semakin berkurang begitu juga dengan nilai kerapatan dan sebaliknya. Potensi berdasarkan zona batang yang dapat dimanfaatkan dengan ketinggian 7 meter, dari hasil pola penggergajian dengan pola "kupas ubi" pada zona *peripheral* sebanyak 4 (26%) papan, zona *central* sebanyak 8 (46%) papan dan zona *inner* sebanyak 5 (28%) papan pada setiap potongan seksi sepanjang 100 cm.

Hasil uji regresi (R^2) menunjukkan faktor zona batang lebih berpengaruh nyata dibanding faktor ketinggian batang untuk seluruh paramater yang dikaji dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, H., Y. Murata, S. Kubo, K. Watanabe, R. Tanaka, O. Sulaiman, R. Hashim, S. F. M. Ramle, C. Zhang, S. Noshiro dan Y. Mori. 2013. Estimation Of the Ratio of Vascular Bundles to Parenchyma tissue in Oil Palm Trunks using NIR Spectroscopy. *Journal BioResource*. 8(2):1573-1581.
- Ahmad, Z., H.M. Saman dan P. M. Tahir. 2010. Oil Palm Trunk Fiber As a Bio-Waste Resource For Concrete Reinforcement. *International Journal of Mechanical and Material Engineering (IJJME)*. 5 (2) : 199-207.
- Alimah, D. 2013. Peningkatan Kualitas Kayu Sawit. Balai Penelitian Kehutanan Banjar Baru. 6 (1) : 1-12.
- ASTM-Standard.1995. Annual book of American Standard Testing Methods (ASTM-Standards)-D-7 on Wood, section 4. Contruction, volume 04.10 of D 2016-94-Test Methods for Moisture Content of Wood. ASTM, USA.
- Bakar, E. S., Febrianto, F., Wahyudi, I., dan Ashaari, Z. 2006. Polygon Sawing: An Optimum Sawing Pattern for Oil Palm Stems. *Journal of Biological Sciences*. 6(4):744–749.
- Bakar. B.F.A., P. M. Tahir, A. Karimi, E. D. S. Bakar, M. K. A. Uyup dan A. C. Y. Choo. 2013. Evaluations of Some Physical Properties for Oil Palm as Alternative Biomass Resources. *Wood Material Science and Engineering*. 8 (2) : 119 – 128.
- Baskaran, M., R. Hashim, N. Said, S. M. Raffi, K. Balakrishnan, K. Sudesh, O. Sulaiman, T. Arai. A. Kosugi, Y. Mori, T. Sugimoto dan M. Sato. 2012. Properties of Binderless Particleboard from Oil Palm Trunk with Addition of Polyhydroxyalkanoates. *Science Direct (Elsevier). Composites Part B : Engineering*, 43 (3) : 1109-1116.
- Choo, A.C.Y., T. M. Paridah, A. Karimi, E.S. Bakar, K. Abdan, A. Ibrahim dan F. A. B. Balkis. 2013. Study on the Longitudinal Permeability of Oil Palm Wood. *Industrial and Engeneering Chemistry Research*. 52 (27) : 9405-9410.
- Darwis, A. D.R. Nurrochmat, M. Y. Massijaya, N. Nugroho. E. M. Alamsyah. E. Tri Bahtiar dan R. Safei. 2013. Vascular Bundle Distribution Effect on Density and Mechanical Properties of Oil Palm Trunk. *Asian Journal of Plant Sciences*. 12 (5) : 208-213.
- DIN-Taschenbuch. Nourmen uber Holz-Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes. 1991. Beuth Verlag GmbH, Berlin, DIN Deutsches Institut fur Normung e.V. of DIN 52 183. 31 : 87-88.
- Endy, Farah, D., Muflihati. 2014. Sifat Fisik dan Mekanik Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Berdasarkan Posisi Ketinggian Batang. *Jurnal Hutan Lestari*. 2(2): 249- 256.
- Erwinsyah. 2008. Improvement of Oil Palm Wood Properties Using Bioresin. *Disertasi. Dresden Technic University. Jerman*.
- Erwinsyah. 2018. Pemanfaatan Batang Sawit Sebagai Bahan Baku Produk Laminasi. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit. Laporan penelitian PPKS. (*unpublished*).
- Feng, L. Y., P. M. Tahir, dan Y. B. Hoong. 2011. Fendity Distribution of Oil Palm Stem Veneer and Its Influence on Plywood Mechanical Properties. *Journal of Applied Sciences*. 11 (5) : 824-831.
- Hermawan, A., F. Diba, Y. Mariani, D. Setyawati dan Nurhida. 2014. Sifat Kimia Batang Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Berdasarkan Letak Ketinggian dan Kedalaman Batang. *Jurnal Hutan Lestari*. 2(3): 472 -481.

- Hidayat, B.A., A. Kamaldi dan Fakhri. 2014. Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Kelapa Sawit Kompregnasi Melamine Formaldehide. Jurnal Online Mahasiswa. 3(1):1-10.
- Hoong, Y. B., Y. F. Loh, A. W. N. Hafizah, M.T. Paridah dan H. Jalaluddin. 2012. Development of a New Pilot Scale Production of High Grade Oil Palm Ply Wood: Effect of Pressing Pressure. Journal of Applied Sciences. 36 : 215-219.
- Ibrahim, Z., A.A. Aziz, R. Ramli, A. Mokhtar dan Rosmazi. 2014. Production of Medium Density Fiberboard (MDF) from Oil Palm Trunk. Journal of Applied Sciences. 14 (11) : 1174-1174.
- Iswanto, A.P., Tito S., Irawati, A., Zahrial C., dan Fauzi F. 2010. Sifat Fisis dan Mekanis Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Asal Kebun Aek Pancur-Sumatera Utara. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan. 3(1):1-7.
- Kementerian Pertanian. 2018. Statistik Perkebunan Indonesia 2016-2018. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Khalil, H.P.S. A., M.R. N. Fazita, A. H. Shat dan N.A.N. Fuad. 2010. Development and Material Properties Of New Hybrid Plywood From Oil Palm Biomass. Journal Science Direct (Elsevier). 31 (1) : 417-424.
- Killmann, W. and S.C. Lim. 1985. Anatomy and Properties of Oil Palm Stem. Proceedings of the National Symposium of oil palm by-products for Agro-based industries. PORIM Bulletin. PORIM, Malaysia. (11) :18-42.
- Lamaming, J., R. Hashim, O. Sulaiman, C.P. Leh, T. Sugimoto dan N.A. Nordin. 2015. Cellulose Nanocrystals Isolated From Oil Palm Trunk. Journal Science Direct (Elsevier). 127 : 202-208.
- Lamaming, J. R. Hasim, C.P. Leh, O. Sulaiman, T. Sugimoto dan M. Nasir. 2015. Isolation and Characterization of cellulose nanocrystals from parenchyma and vascular bundle of oil palm trunk (*Elaeis guineensis*). Journal Science Direct (Elsevier). 134 : 534-540.
- Lempang, M. 2014. Sifat Dasar dan Potensi Kegunaan Kayu Jabon Merah. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea. 3(2) : 163-175.
- Loh, Y. F., M. T. Paridah, Y. B. Hoong, dan A. C. C. Yoong. 2011. Effects of Treatment With Low Molecular Weight Phenol Formaldehyde Resin on the Surface Characteristics of Oil Palm (*Elaeis Guineensis*) Stem Veneer. Journal Science Direct (Elsevier) 32 (4) : 2277-2283.
- Marsoem. S.N., V.D. Prasetyo, J. Sulisty, Sudaryono dan G. Lukmandaru. 2014. Studi Mutu Kayu Jatu di Hutan Rakyat Gunung Kidul III. Sifat Fisika Kayu. Jurnal Ilmu Kehutanan. 8 (2) : 75-88.
- Mokhtar, A, K. Hassan, A. A. Aziz dan M. Basri Wahid. 2011. Plywood From Oil Palm Trunks. Journal Of Oil Palm Research. 23 : 1159 -1165.
- Moya, R., F. Munoz. J. Mata dan R. Soto. 2013. An Anatomical Comparison Between Bunch and Fruit of Oil Palm With Pineapple Leaf and Three Woods From Plantations in Costa Rica. Journal of Oil Palm Research. 25 (10) : 138-148.
- Murai, K. dan R. Kondo. 2011. Extractable Sugar Contents of Trunks From Fruiting and Nonfruiting Oil Palms of Different Ages. Journal Wood SCI. 57 : 140 -148.
- Omar, N. S, E. S. Bakar, N.M. Jalil, P.M. Tahir, W. M. Z. W. Yunus. 2011. Distribution of Oil Palm Starch for Different Levels and Portions of Oil Palm Trunk. Wood Research Journal. 2(2) : 73-77.
- Prawitwong, P., A. Kosugi, T. Arai, L. Deng, K.C.Lee, D. Ibrahim, Y. Murata, O. Sulaiman, R. Hashim, K. Sudesh, W.A.B. Ibrahim, M. Saito, Y. M. 2012. Efficient Ethanol Production From Separated Parenchyma And Vascular Bundle Of Oil

- Palm Trunk. Biosource Tecnology. Journal Science Direct (Elsevier). 125 : 37-42.
- Ramle, M.F.M., O. Sulaiman, R. Hashim, T. Arai, A. Kasogi, H. Abe, Y. Murata dan Y. Mori. 2012. Characterization Of Parenchyma and Vascular Bundle of Oil Palm Trunk As Function of Storage Time. Journal Lignocellulose. 1(1): 33-44.
- Ridwansyah, M.Z. Nasution dan A.M. Fauzi. 2017. Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia Pati Kelapa Sawit. Journal Of Agroindustrial Technology. 17(1):1-6.
- Saari, N., R. Hashim, O. Sulaiman, S. Hiziroglu, M. Sato dan T. Sugimoto. 2014. Properties of Steam Treated Binderless Particleboard Made From Oil Palm Trunks. Journal Science Direct (Elsevier). Composite Part B : Engineering. 56 : 344-349.
- Selamat, M.E., R. Hashim, O. Sulaiman, M.H.M. Kasim, N. I. Saharuddin, O.w. a. Taiwo. 2019. Comparative Study of Oil Palm Trunk and Rice Husk as Fillers in Gypsum Composite for Buildeing material. Journal Science Direct (Elsevier). 197 : 526-532.
- Siregar, Z. 2017. Pola Penyebaran Vascular Bundles dan Kadar Air Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq). Universitas Sumatera Utara.. Diakses pada tanggal 4 April 2019.
- Sugiarti, H dan A. Megawarni. 2012. Konsistensi Koefisien Determinasi Sebagai Ukuran Kesesuaian Model Pada Regresi Robust. Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi. 13 (2) : 65-72.
- Sulaiman, O., N. Salim, N.A. Nordin, R. Hashim, M. Ibrahim dan M. Sato. 2012. The Potential Of Oil Palm Trunk Biomass As An Alternative Source For Compressed Wood. Bio Resources. 7(2) : 2688-2706.
- Yamada, H., R. Tanaka, O. Sulaiman, R. Hashim, Z.A.A.Hamid, M.K.A. Yahya, A. Kasugi, T. Arai, Y. Murata, S. Nirasawa, K. Yamamoto, S. Ohara, M. N. M. Yusof, W.A. Ibrahim dan Y. Mori. 2010. Old Oil Palm trunk : A Promising Source of Sugars for Bioetanol Production. Journal Science Direct (Elsevier). 34 (11) : 1608-1613.
- Yudistina, V., M.Santoso dan N. Aini. 2017. Hubungan Antara Diameter Batang dengan Umur Tanaman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kelapa Sawit. Jurnal Buana Sains. 17(1): 43-48.